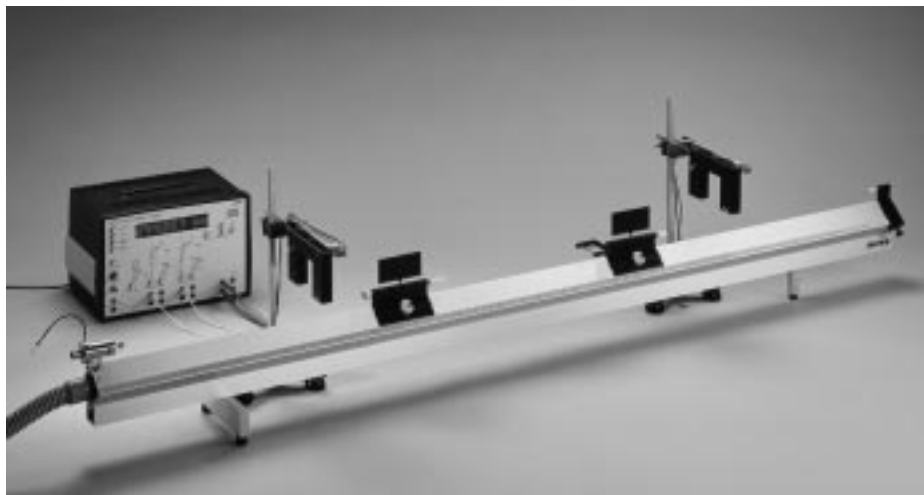




Rail à coussin d'air
Banc à coussin d'air, équipement de base

11202.17
11202.77

Mode d'emploi



1. OBJET ET PROPRIETES

Grâce à un frottement extrêmement faible, le banc à coussin d'air complet 11202.77 se prête parfaitement bien à l'étude de la cinématique et de la dynamique des mouvements rectilignes. La partie essentielle dans ce système d'appareils est le rail à coussin d'air 11202.17 d'une longueur de 2 mètres permettant d'exécuter, à l'aide des accessoires compris dans l'ensemble de la fourniture 11202.77, de nombreuses expériences. La corrélation entre chemin, temps, vitesse et accélération ainsi que l'enchaînement dynamique de ces grandeurs peuvent être déterminés par des expériences de mesure démonstratives.

La mesure du temps nécessite des moyens de mesure complémentaires (barrières photo-électriques, compteurs de temps électronique, systèmes de saisie des mesures assisté par ordinateur).

2 DESCRIPTION

L'équipement de base du banc à coussin d'air 11202.77 est constitué des pièces détachées suivantes.

1 Rail à coussin d'air 11202.17

Le rail est constitué d'un tube en aluminium de section carrée (63 mm X 63 mm) et d'une longueur de 2 m. l'extrémité du tube est obturée; le début du rail est muni d'un orifice ($d = 40$ mm) permettant d'y raccorder par l'intermédiaire du tuyau de refoulement 11205.01 la soufflerie 13770.93. Les deux surfaces de glissement sont munies chacune de deux séries d'orifices décalées entre-elles; diamètre des orifices 1 mm, pas de 20 mm. L'air comprimé sortant des orifices forme sous le chariot glisseur en place un coussin d'air de sorte que ce chariot glisse pratiquement sans frottement sur le rail. Pour faciliter la mesure des longueurs, les deux surfaces de glissement sont munies chacune d'une échelle graduée en mm inverse l'une de l'autre, les cm

étant indiqués Basic Equipment en chiffre.

Les deux extrémités du rail comportent chacune deux vis à tête moletée qui permettent de fixer les deux butées fin de course faisant partie de la fourniture 11202.77. Normalement, ces deux fins de course devraient rester en place dans la mesure où le but de l'expérience ne nécessite par d'autres dispositions.

Le tube carré profilé repose sur un rail porteur constitué d'un profil en U, qui grâce à ses pieds à triples points d'appui repose sur la table d'expérimentation. Deux vis de réglage servent à niveler horizontalement le banc. Le tube carré et le rail porteur sont assemblés par 7 vis, lesquelles permettent à procéder dès l'origine en usine à l'ajustage proprement dit (ajustage de base). Comme les vis sont accessibles par le dessous du rail porteur, possibilité est donnée à l'utilisateur de refaire un ajustage si le rail a été dérégulé par suite d'un maniement inadéquat, voir à ce sujet 3.4. Toutefois ces vis ne doivent en aucun cas être dérégulées sans motif impératif.

2 Butée fin de course pour banc à coussin d'air 11202.15

(livré en double)

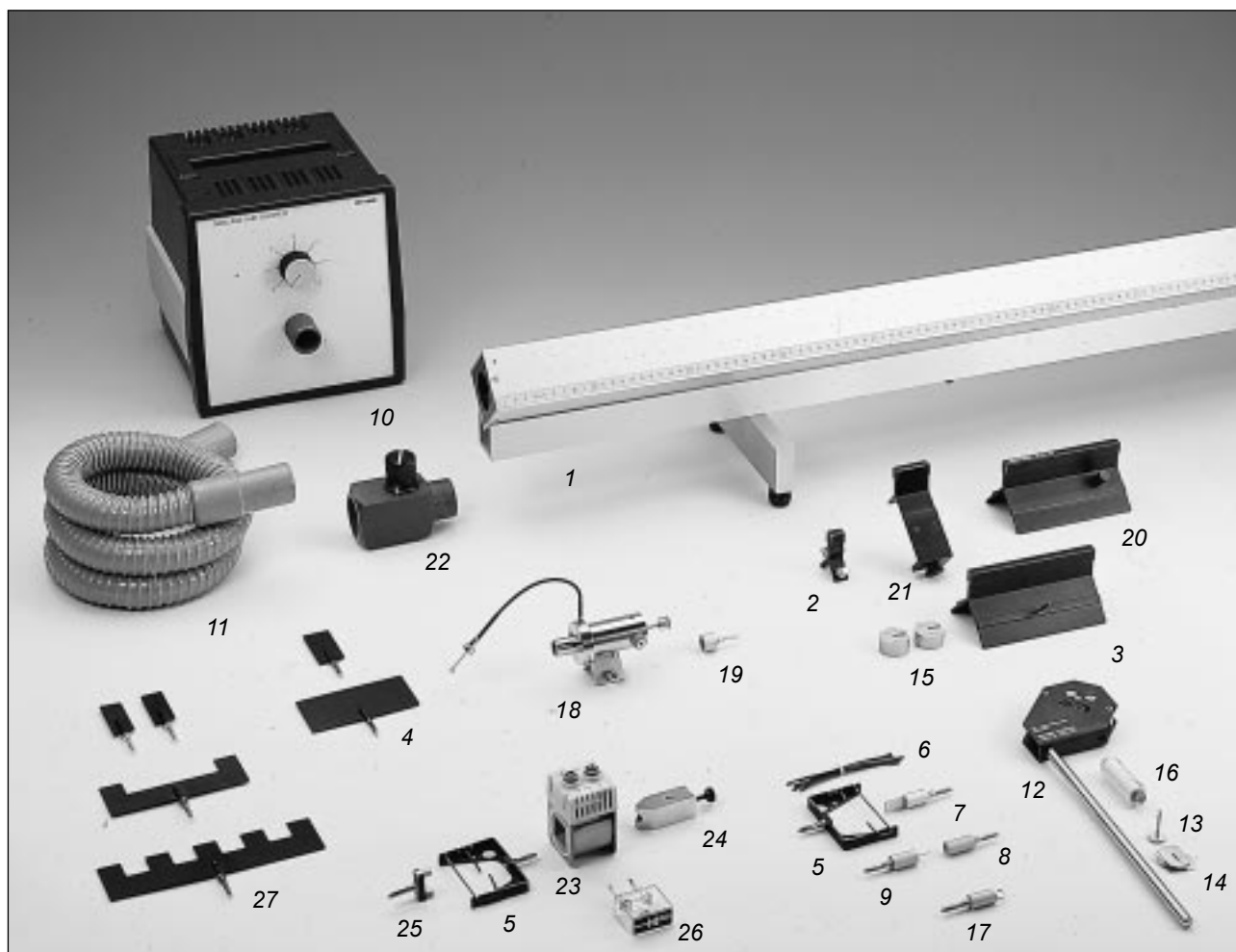
Les fixer aux deux extrémités du rail à l'aide des vis à tête moletée comprises dans la fourniture du banc à coussin d'air.

Remarque: En cas d'utilisation du dispositif de lancement mécanique constitué des repères 11202.13 et 11202.14 (non compris dans la fourniture 11202.77), une butée de fin de course sera remplacée par ce dispositif de lancement qui sera fixé au banc à coussin d'air.

3 Chariot glisseur 11202.02

(livré en double)

Constitué d'un profilé en aluminium éloxé en noir en



forme de toit, d'une longueur de 130 mm, conçu à être placé sur le rail. Une barrette sur le faîtiage équipée de cinq douilles de 4 mm permet l'enfichage d'écrans et d'autres accessoires munis de fiches. La masse propre du chariot glisseur est d'env. 170 g, mais avec l'écran enfiché de $l = 100$ mm en place et muni de deux éléments à enficher, cette masse s'élève globalement à 200 g. Pour connaître exactement la masse, une pesée s'impose. Pour augmenter la masse à 300 g ou 400 g on peut placer sur les deux fiches d'acier du chariot glisseur des poids à fente de 50 g (02206.01) en les répartissant régulièrement des deux côtés pour des raisons de symétrie. Pour la même raison, il est judicieux d'équiper les deux faces avant d'un élément à enficher, même si un seul suffirait.

4 Ecran 11202.03

Ecran 11202.04

(livré chacun en double)

Les écrans en matière plastique noire sont enfichés par leur fiche de 4 mm en haut dans la barrette du faîtiage du chariot glisseur. Ces écrans servent à piloter les compteurs électroniques des barrières photo-électriques disposées par dessus le banc à coussin d'air (p. ex., compteur numérique électronique, 6 décades (13603.93), 4 décades (13600.93)). Les deux écrans d'une hauteur de 50 mm se distinguent par leur longueur mais aussi par leur masse:

Ecran	Longueur	Masse
11202.03	100 mm $\pm$ 0,2 mm	10 g $\pm$ 1 g
11202.04	25 mm $\pm$ 0,1 mm	5 g $\pm$ 0,5 g

Éléments à enficher

Les éléments à enficher énumérés ci-après (avec des fiches de 4 mm) ont tous la même masse (10 g $\pm$ 1 g) et la même position du centre de gravité de sorte que les chariots glisseurs sont chargés symétriquement lorsque les deux faces avant sont équipées d'un tel élément.

5 Fourchette avec fiche 11202.08

est munie de quatre paires d'encoches permettant d'y coincer un élastique de 11202.09. L'élastique ne doit pas former de flèche, mais ne doit non plus être tendu trop fort.

La fourchette avec l'élastique est utilisée pour l'étude du choc élastique. Pour ce faire, on équipe deux chariots glisseurs, sur les faces avant vis-à-vis, d'une fourchette avec fiche 11202.10. Il est conseillé d'équiper les orifices inférieurs du chariot glisseur avec des éléments à enficher, car lors du choc élastique le couple de rotation engendré et agissant sur le chariot glisseur est réduit et, par conséquent, les pertes d'énergie sont réduites au minimum.

6 Élastique 11202.09

(10 pièces) pour être pincé dans les paires de rainure de la fourchette 11202.08.

7 Plaque avec fiche 11202.10

Pour enfichage (avec plaque verticale) sur la face avant du chariot glisseur. La plaque forme lors du choc élastique l'élément de contre-réaction à la fourchette avec fiche 11202.08.

8 Tube avec fiche 11202.05

9 Aiguille avec fiche 11202.06

Ces éléments à enficher sont introduits lors de l'ex-

périence sur les chocs non-élastiques sur les faces avant face à face des chariots glisseurs (il est conseillé d'utiliser chaque fois les trous inférieurs). Lors du choc l'aiguille pénètre dans le remplissage en plastiline (cire) du tube ce qui a pour effet d'accoupler solidement les deux chariots glisseurs entre-eux. La combinaison des deux éléments à enficher, le tube et l'aiguille, peut aussi être utilisée pour maintenir un chariot glisseur après son mouvement sur la butée fin de course.

D'autres pièces nécessaires pour l'exécution d'expériences sont à relever sur la liste des appareils.

3 MISE EN ROUTE ET MODE OPERATOIRE

3.1 Généralités

Avant la mise en route du banc à coussin d'air, il faut fixer à la fin du parcours du rail une butée fin de course 11202.15 avec les deux vis à tête moletée. En règle générale, une butée fin de course est aussi vissée au début du parcours du rail (le côté comportant le raccord pour le tuyau de refoulement d'air), sauf si on devait utiliser un dispositif de lancement mécanique (11202.13 + 11202.14) (non compris dans la fourniture 11202.77). Celui-ci est alors monté à la place de la butée fin de course.

Le banc à coussin d'air est installé sur une surface plane la plus horizontale possible, puis raccordé par l'intermédiaire du tuyau de refoulement d'air à la soufflerie. La pression d'air de la soufflerie est réglée de telle sorte que les chariots glisseurs se soulèvent juste ce qu'il faut au-dessus du rail pour se trouver dans un état libre de sustentation. Selon la masse du chariot glisseur, cet état est obtenu pour des pressions légèrement différentes. Il faut éviter une pression nettement trop élevée, car autrement le comportement tranquille en position de sustentation en serait affecté.

Le banc dont l'ajustement interne du rail a été réalisé en usine, doit être mis à niveau horizontal d'une façon aussi précise que possible au moyen des vis de réglage placées sur les pieds du rail-porteur. Cette opération peut d'abord être exécutée à l'oeil nu ou avec un niveau à bulle. Une mise à niveau précise n'est réalisable qu'avec la soufflerie en marche et en plaçant un chariot glisseur sur le rail. Sur un rail bien niveler, on ne doit pas constater d'accélération du chariot glisseur ou celle-ci doit être extrêmement faible. Toutefois, on évitera pas un léger mouvement oscillatoire du chariot glisseur provoqué par le flux d'air. Ce test est à exécuter en différents points du rail. D'autre part, pendant ce test, il faut éviter des perturbations par des forces extérieures, telles que, par exemple, des vibrations ou un courant d'air.

3.2 Mesure électronique du temps

Pour la mesure du temps, les compteurs numériques électroniques sont appropriés; se reporter à la liste des appareils. Ces appareils peuvent être commandés par photo-électrométrie en y raccordant une ou deux barrières photo-électriques. Ces barrières doivent être disposées aux points souhaités du rail pour que l'écran du chariot glisseur interrompe le rayon lumineux entre l'émetteur et le récepteur photo-électrique lors du passage du chariot. Pour leur fixation, une ossature en éléments statifs est appropriée. Cette ossature pourra aussi être utilisée pour y monter une échelle graduée avec des curseurs pour une mesure de longueur démonstrative.

3.3 Production d'une accélération constante

Le chariot glisseur est à munir d'un crochet à enficher (11202.07*).

Pour créer l'accélération, un fil de soie (02412.00*) fixé au

crochet est renvoyé par l'intermédiaire d'une poulie de précision à faible frottement (11201.02*), puis relié à son extrémité à un porte-poids (02407.00*). Puis, on place sur le porte-poids un ou plusieurs poids à fente de 1 g (03916.00*); la poulie admet au maximum 20 g.

Comme la masse nominale du chariot glisseur (200 g pour des chariots glisseurs muni d'un écran de 100 mm et de deux éléments à enficher) est soumise à une certaine tolérance, il est judicieux de procéder à une pesée pour la détermination précise de la masse accélérée, le cas échéant, avec des poids complémentaires. En outre, il faut tenir compte de correctifs additionnels tels que l'ajout de la masse du porte-poids (1 g) et des poids à fente de 1 g; La poulie en rotation peut être prise avec une masse équivalente de 2,2 g.

* non compris dans 11202.77

3.4 Réajustage du rail à coussin d'air

Le rail à coussin d'air 11202.17 se distingue par sa possibilité d'effectuer une reprise du réglage de la linéarité de son profil en hauteur. Une reprise corrective de l'ajustage de base effectué en usine n'est toutefois nécessaire que si après une forte sollicitation mécanique du banc la linéarité du profil supérieur a été affectée.

L'opération de réajustage nécessite un certain savoir-faire professionnel, ainsi qu'un mode de procédé systématique. En respectant ces préalables, elle peut donc être effectuée par l'utilisateur. Pour ce faire, il faut rerégler, le cas échéant, les sept vis à six pans creux accessibles par la face inférieure du rail porteur. Pour rerégler ces vis à six pans intérieurs M6 (pas de 1/mm par rotation), on utilise une clé pour vis à six pans intérieurs usuelle du commerce, clé de 5. En général, un demi-tour de vis est suffisant pour le réajustage. Cette opération est effectuée judicieusement en procédant pas par pas et retestant après chaque opération la linéarité du rail. Un tour de vis dans le sens d'une aiguille de montre abaisse dans la zone proche de la vis actionnée le tube carré vers le bas, un tour dans le sens contraire relève le rail vers le haut.

Avant de dérégler les vis d'ajustage, la variation en hauteur du profil du rail doit être déterminée au moins qualitativement. Ceci s'effectue la soufflerie en marche en plaçant un chariot glisseur posé sur le rail à coussin d'air. On commence par niveler horizontalement le rail en son milieu. Puis, on place le chariot glisseur en différents points du rail et on détermine la direction de l'accélération en cet endroit, ainsi que, en première approximation, son ordre de grandeur (si on ne veut pas se limiter à cette estimation, on peut déterminer le temps t que met le chariot glisseur pour parcourir depuis sa position de départ le petit chemin s ; l'accélération calculée est alors de $a = 2 s/t^2$). Cette valeur est une indication de mesure pour l'inclinaison du rail au point testé.

Il faut absolument éviter que des forces extérieures (le courant d'air, par ex.) affectent le test.

A partir des résultats, on peut déterminer l'allure qualitative du profil du rail qu'il est judicieux de reporter sur un tracé. Il se peut, par exemple, que l'on ait un maximum ou un minimum dans la partie centrale du rail. On réajuste alors au point de la côte extrême et dans la proximité immédiate les vis d'ajustage en fonction du dérèglement constaté. Comme déjà indiqué précédemment, cette opération doit se faire par petits pas en effectuant des tests intermédiaires. A la fin, il faut refaire un test d'ensemble de l'allure du profil le long de l'ensemble du rail. Si le dérèglement fait apparaître plusieurs points extrêmes, il faut procéder lors de leur correction d'une façon analogue.

4 BIBLIOGRAPHIE EXPERIMENTALE

Versuchseinheiten Physik,	
Lineare Bewegungen	16001.01
Physik in Demonstrationsversuchen,	
Ausgabe A/B, Band Mechanik	01141.21
Physik in Demonstrationsversuchen,	
Ausgabe C, Teil 1	01146.01
University Practicals in Physics	00067.72
Manual for COMEX Air Track Rail	01171.03
Saisie des valeurs de mesure et exploitation assistées par ordinateur des expériences sur banc à coussin d'air avec le système d'interface COMEX.	

5 LISTE DES APPAREILS

5.1 Etendue de la fourniture 11202.77

1	Rail à coussin d'air		11202.17
2	Butée fin de course	(2X)	11202.15
3	Chariot glisseur	(2X)	11202.02
4	Ecran avec fiche, $l = 100$ mm	(2X)	11202.03
4	Ecran avec fiche, $l = 25$ mm	(2X)	11202.04
5	Fourchette avec fiche		11202.08
6	Elastiques, 10 pièces		11202.09
7	Plaque avec fiche		11202.10
8	Tube avec fiche		11202.05
9	Aiguille avec fiche		11202.06

5.2 Autres pièces nécessaires

(non compris dans 11202.77)

10	Soufflerie		13770.93
11	Tuyau de refoulement, $l = 1,5$ m		11205.01
12	Poulie de précision		11201.02
13	Porte-poids		02407.00
14	Poids à fente, 1 g, brillant	(5x)	03916.00
15	Poids à fente, 50 g, noir	(8x)	02206.01
16	Fil de soie, $l = 200$ m		02412.00
17	Crochet avec fiche		11202.07
18	Dispositif de lancement, mécanique, avec déclencheur		11202.13
19	Aimant d'arrêt avec fiche		11202.14
20	Glisseur à tuyère		11202.23
21	Butée, ajustable		11202.19
	(en variante à la butée fin de course 2)		
22	Amortissement à air		11202.20

En variante

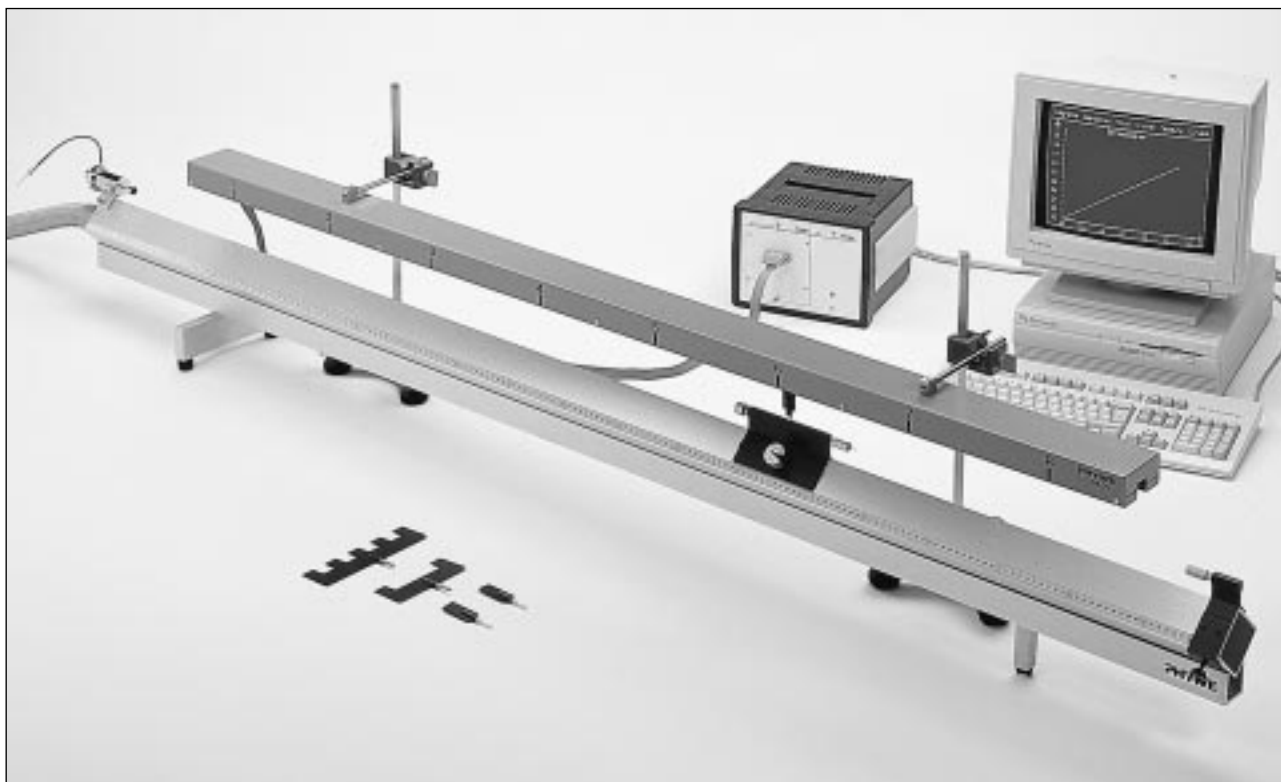
au dispositif de lancement mécanique 18, 19:

Dispositif de lancement, électromagnétique, constitué de:

23	Bobine, 400 spires		07829.01
24	Noyau de fer		11202.16
25	Support avec fiche		11202.11
2	Fourchette avec fiche		11202.08
5	Elastique, 1 pièce de		11202.09
26	Diode Si 1N4007		39106.02

Non représentés:

- Barrière optique à fourche	(2x)	11207.02
- Compteur digital électronique		
4 décades		13600.93
6 décades		13603.93
(Les deux compteurs fournissent la tension de 5 V, nécessaire au fonctionnement des barrières optiques à fourche)		
- Plastiline		03935.03
- Support mural pour banc à coussin d'air		11202.25
- Pare-poussière p. banc à coussin d'air		11202.21



Montage du banc à coussin d'air en utilisant le système COMEX avec le tiroir de traçage sur le rail à coussin d'air et le rail à barrières photo-électriques

Saisie des valeurs de mesure et exploitation assistées par ordinateur des expériences sur banc à coussin d'air avec le système d'interface COMEX.

Le système COMEX avec le tiroir de traçage sur rail (12005.00) et le rail à barrières photo-électriques (12005.01), ainsi que le programme „Banc à coussin d'air“ (14142.51) offre la possibilité d'exécuter confortablement avec cet ensemble de nombreuses et nouvelles expériences, déjà éprouvées dans la discipline scolaire, de les exploiter simplement et, en plus, de les présenter d'une façon convaincante. Les positions et les vitesses des chariots glisseurs sont saisies avec une résolution du temps d'un 5 millionième de seconde et transférées à l'ordinateur. Déjà après un passage, on dispose jusqu'à 80 données de temps, de positions et de vitesses qui peuvent être représentées numériquement ou graphiquement. Une poursuite simultanée de deux chariots glisseurs totalement indépendants l'un de l'autre ayant chacun une direction quelconque de déplacement permet d'étudier expérimentalement d'une manière simple, claire et méthodique les lois des chocs et la conservation des impulsions. Dans des fenêtres spécifiques de traitement du programme, les corrélations physiques des valeurs de mesure peuvent être vérifiées immédiatement.

Caractéristiques techniques

Capacité de mémoire

chaque barrière photo-électrique séparée avec max.
5 passages d'écran en temps absolu et durée d'obscurcissement

Résolution de temps

1/187,5 kHz pour le temps d'obscurcissement,
1/5,558 kHz pour le temps absolu

Durée d'expérience

max. 11 s

Raccordement du rail à

barrières photo-électriques

par douilles 14 pôles

Adresse appareil IEG

6

Carter

Cassette tiroir 19", 3 UH

Matériel

COMEX - Unité de base

12000.93

pour recevoir et alimenter des tiroirs COMEX

Interface Bus IEEE-488

12000.20

pour PC IBM et ordinateur compatible

Câble de connexion IEEE-488

17579.10

COMEX, tiroir traçage

12005.00

Rail à barrières photo-électriques

12005.01

pour la saisie de processus de mouvements sur le banc à coussin d'air; 8 barrières photo-électriques écartées entre-elles de 200 mm; douille à 14 pôles pour le raccordement au tiroir du traçage du rail; 2 tiges supports à visser pour la fixation du rail dans différentes positions; dimensions: 160 x 8 x 4 (cm).

Sont compris dans la fourniture du rail à barrières photo-électriques (12005.01):

Câble de raccordement pour le rail à barrières photo-électriques

Diaphragmes de précision, jeu

12005.02

(voir pos. 27, page 2)

Programme pour le tiroir de traçage de la trajectoire:

Disquette banc à coussin d'air

14142.51

Pour la saisie et l'exploitation des valeurs de mesure des expériences avec 1 resp. 2 chariots glisseurs, par exemple, sur le choc élastique ou non élastique, sur les principes de la conservation de l'énergie ou des impulsions, pour une exploitation sous forme de tableau et de graphique, etc..

Le programme peut tourner sur tous les PC IBM et ordinateurs compatibles et soutient automatiquement les cartes graphiques CGA, EGA, VGA et HGC. Tous les graphiques et tableaux peuvent être édités avec des commentaires sur une imprimante matrix EPSON ou compatible. Les points de mesure sont représentés lors des expériences sur les chocs par différents symboles (avant et après le choc) et les courbes des mouvements, lors de l'utilisation de deux chariots glisseurs, par différentes couleurs. Ainsi, on peut reconnaître à tout instant quel chariot glisseur produit la valeur de mesure correspondante et dans quelle direction il se déplaçait à cet instant.